

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

SAC
#2
11-8-01

JC978 U.S. PTO
09/891472
06/27/01

In re application of

Akihisa HONGO et al.

Serial No. NEW 09/891472

Attn: Application Branch

Filed June 27, 2001

Attorney Docket No. 2001-0924A

METHOD AND APPARATUS FOR
FORMING INTERCONNECTS, AND
POLISHING LIQUID AND POLISHING
METHOD

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231

Sir:

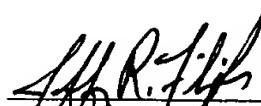
Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-196993, filed June 29, 2000, Japanese Patent Application No. 2000-356590, filed November 22, 2000, Japanese Patent Application No. 2001-77154, filed March 16, 2001, and Japanese Patent Application No. 2001-77155, filed March 16, 2001, as acknowledged in the Declaration of this application.

Certified copies of said Japanese Patent Applications are submitted herewith.

Respectfully submitted,

Akihisa HONGO et al.

By



Jeffrey R. Filipek
Registration No. 41,471
for Nils E. Pedersen
Registration No. 33,145
Attorney for Applicants

NEP/JRF/krl
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
June 27, 2001

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S. PRO
09/891472
06/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年 6月29日

出願番号
Application Number:

特願2000-196993

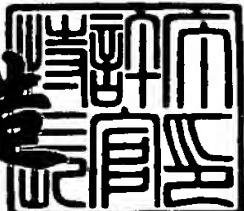
出願人
Applicant(s):

株式会社荏原製作所
荏原ユージライト株式会社

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3038028

【書類名】 特許願

【整理番号】 EB2266P

【提出日】 平成12年 6月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 18/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 萌原製作所内

【氏名】 本郷 明久

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市善行坂1-1-6 萌原ユージライト株式会社 中央研究所内

【氏名】 大野 寛二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市善行坂1-1-6 萌原ユージライト株式会社 中央研究所内

【氏名】 君塚 亮一

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 萌原製作所

【代表者】 依田 正稔

【特許出願人】

【識別番号】 000120386

【氏名又は名称】 萌原ユージライト株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線形成方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に微細窪みを形成した基板を用意する工程と、
前記基板の表面にめっき液中でめっきを施す工程と、
前記基板の表面に形成しためっき膜をエッティング液中で電解エッティングする工
程とを有することを特徴とする配線形成方法。

【請求項2】 前記エッティング液中に、めっき膜を構成する金属の錯体化
合物、有機錯体、その誘導体である添加剤、またはめっき膜を構成する金属の腐蝕
電位を卑にする作用のある添加剤を含有することを特徴とする請求項1記載の配
線形成方法。

【請求項3】 前記電解エッティングで印加される電流波形がパルス波形又は
PRパルス波形であることを特徴とする請求項1または2に記載の配線形成方法

【請求項4】 めっき液を保持し、微細窪みを形成した基板の表面にめっき
液中でめっきを施すめっき処理部と、

エッティング液を保持し、基板の表面に形成しためっき膜の電解エッティングを行
うエッティング処理部とを備えたことを特徴とする配線形成装置。

【請求項5】 前記めっき処理部には、基板を下向きで保持する基板保持部
と、この基板保持部で保持した基板の下面に対向する位置にめっき液中に浸漬さ
せて配置したカソード電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記カソード電
極とを相対移動させる移動機構とが備えられていることを特徴とする請求項4記
載の配線形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、配線形成方法及び装置に係り、特に半導体基板の表面に形成した配
線用の窪みに銅(Cu)等の金属を埋め込んで配線を形成する配線形成方法及び
装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体基板上に配線回路を形成するための金属材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹みの内部に銅を埋込むことによって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、CVD、スパッタリング及びめっきといった手法があるが、いずれにしても、基板のほぼ全表面に銅を成膜し、化学的機械的研磨（CMP）により不要の銅を除去するようにしている。

【0003】

図11は、この種の銅配線基板Wの製造例を工程順に示すもので、図11（a）に示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上にSiO₂からなる酸化膜2を堆積し、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線用の溝4を形成し、その上にTaN等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層7を形成する。

【0004】

そして、図11（b）に示すように、基板Wの表面に銅めっきを施すことで、半導体基材1のコンタクトホール3及び溝4内に銅を充填するとともに、酸化膜2上に銅膜6を堆積する。その後、化学的機械的研磨（CMP）により、酸化膜2上の銅膜6を除去して、コンタクトホール3及び配線用の溝4に充填させた銅膜6の表面と酸化膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図11（c）に示すように銅膜6からなる配線が形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、図12に示すように、例えば、直径d₁が0.2μm程度の微細穴8と、直径d₂が100μm程度の大穴9とが混在する基板Wの表面に銅めっきを施して銅膜6を形成すると、めっき液や該めっき液に含有される添加剤の働きを最適化したとしても、微細穴8の上ではめっきの成長が促進されて銅層6が盛り上がる傾向があり、一方、大穴9の内部ではレベルング性を高めためっきの成

長を行うことができないため、結果として、基板W上に堆積した銅膜6には、微細穴8上の盛り上がり高さaと、大穴9上の凹み深さbとをプラスした段差a+bが残る。このため、微細穴8及び大穴9の内部に銅を埋込んだ状態で、基板Wの表面を平坦化させるには、銅膜6の膜厚を十分に厚くし、しかもCMPで前記段差a+b分余分に研磨する必要があった。

【0006】

しかし、めっき膜のCMP工程を考えた時、めっき膜厚を厚くして研磨量を多くすればする程、CMPの加工時間が延びてしまい、これをカバーするためにCMPレートを上げれば、CMP加工時に大穴でのディッシングが生じるといった問題があった。

【0007】

つまり、これらを解決するには、めっき膜厚を極力薄くし、基板表面に微細穴と大穴が混在しても、めっき膜の盛り上がりや凹みを無くして、平坦性を上げる必要があるが、例えば電解硫酸銅浴でめっき処理を行った場合、めっき液や添加剤の作用だけで盛り上がりを減らすことと凹みを減らすことを両立することはできないのが現状であった。また、積層中のめっき電源を一時逆電解としたり、PRパルス電源とすることで盛り上がりを少なくすることは可能であるが、凹部の解消にはならず、さらに表面の膜質を劣とすることになっていた。

【0008】

本発明は上記に鑑みて為されたもので、基板表面に微細穴と大穴が混在しても、めっき膜の平坦性を向上させて、その後のCMP加工をディッシングの発生を防止しつつ短時間で行うことができるようとした配線形成方法及び装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、表面に微細窪みを形成した基板を用意する工程と、前記基板の表面にめっき液中でめっきを施す工程と、前記基板の表面に形成しためっき膜をエッティング液中で電解エッティングする工程とを有することを特徴とする配線形成方法である。

【0010】

これにより、基板の表面に微細穴と大穴が混在する場合に、先ず、レベリング性の優れためっき液中でめっきを施して大穴内のボトムアップ成長を促進することで、より薄いめっき膜厚で大穴を埋める。すると、微細穴上部のめっき膜の盛り上がりが大きくなるが、この盛り上がった部分を電解エッティングで選択的に除去することで、めっき膜の平坦性を向上させることができる。

【0011】

請求項2に記載の発明は、前記エッティング液中に、めっき膜を構成する金属の錯体化合物、有機錯体、その誘導体である添加剤、またはめっき膜を構成する金属の腐蝕電位を卑にする作用のある添加剤を含有することを特徴とする請求項1記載の配線形成方法である。この錯体化合物としては、ピロリン酸、アミノカルボン酸（例えばグリシン等）等、有機錯体としては、エチレンジアミン、EDTA、DTPA、イミノ二酢酸、TETA、NTA等が挙げられる。めっき膜が銅膜である場合、銅の腐蝕電位を卑にする添加剤としては、チオ尿素またはその誘導体等が挙げられる。

【0012】

請求項3に記載の発明は、前記電解エッティングで印加される電流波形がパルス波形又はPRパルス波形であることを特徴とする請求項1または2に記載の配線形成方法である。これにより、エッティング液中に含まれる添加剤の拡散を改善することができる。

【0013】

請求項4に記載の発明は、めっき液を保持し、微細窪みを形成した基板の表面にめっき液中でめっきを施すめっき処理部と、エッティング液を保持し、基板の表面に形成しためっき膜の電解エッティングを行うエッティング処理部とを備えたことを特徴とする配線形成装置である。これにより、めっき処理と電解エッティング処理を連続して行うことができ、特に、めっき処理と電解エッティング処理を繰り返すことで、めっき膜の平坦度を更に向上させることができる。

【0014】

請求項5に記載の発明は、前記めっき処理部には、基板を下向きで保持する基

板保持部と、この基板保持部で保持した基板の下面に対向する位置にめっき液中に浸漬させて配置したカソード電極と、前記基板保持部で保持した基板と前記カソード電極とを相対移動させる移動機構とが備えられていることを特徴とする請求項4記載の配線形成装置である。このように、基板とカソード電極とを相対移動させることで、局部的なエッチングが増幅されて、平坦性が悪くなることを防止することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の実施の形態の配線形成装置の平面配置図を示す。この配線形成装置は、各一对のロード・アンロード部10、洗浄・乾燥処理部12、仮置き部14、めっき処理部16、水洗部18及びエッチング処理部20を有し、更にロード・アンロード部10、洗浄・乾燥処理部12及び仮置き部14との間で基板の受渡しを行う第1搬送機構22と、仮置き部14、めっき処理部16、水洗部18及びエッチング処理部20との間で基板の受渡しを行う第2搬送機構24が備えられている。

【0016】

前記めっき処理部16は、図2に示すように、上方に開口し内部にめっき液30を保持する円筒状のめっき槽32と、基板Wを着脱自在に下向きに保持して該基板Wを前記めっき槽32の上端開口部を塞ぐ位置に配置する基板保持部34とを有している。めっき槽32の内部には、めっき液30中に浸漬されて陽極電極となる平板状の陽極板36が水平に配置され、基板Wが陰極電極となるようになっている。更に、めっき槽32の底部中央には、上方に向けためっき液の噴流を形成するめっき液噴射管38が接続され、めっき槽32の上部外側には、めっき液受け40が配置されている。

【0017】

これにより、めっき槽32の上部に基板Wを基板保持部34で下向きに保持して配置し、陽極板36（陽極電極）と基板W（陰極電極）の間に所定の電圧を印加しつつ、めっき液30をめっき液噴射管38から上方に向けて噴出させて、基

板Wの下面（めっき面）に垂直にめっき液30の噴流を当てることで、陽極板36と基板Wの間にめっき電流を流して、基板Wの下面にめっき膜を形成するようにしている。

【0018】

前記エッティング処理部20は、図3に示すように、上方に開口し内部にエッティング液50を保持する円筒状のエッティング槽52と、基板Wを静電チャック等の保持部54で着脱自在に下向きに保持して該基板Wを前記エッティング槽52の上端開口部を塞ぐ位置に配置する基板保持部56とを有している。エッティング槽52の内部には、エッティング液50中に浸漬されて陰極電極となる平板状の陰極板58が水平に配置され、基板Wが陽極電極となるようになっている。更に、基板保持部56は、その中央部でモータ60に接続された駆動軸62の下端に連結されて基板Wと一緒に回転し、陰極板58は、シリンダ等の往復駆動部64の往復ロッド66の先端に連結されて、この往復駆動部64の駆動に伴って水平方向に沿って往復動するよう構成されている。

【0019】

これにより、基板Wを基板保持部56で下向きに保持して基板Wの下面（エッティング面）をエッティング液50に接触させた状態で、基板Wを基板保持部56と一緒に回転させ、同時に陰極板58を往復運動させながら、陰極板58（陰極電極）と基板W（陽極電極）の間に所定の電圧を印加して陰極板58と基板Wの間にめっき電流を流すことで、基板Wに形成されためっき膜をエッティングするようにしている。

【0020】

図4は、エッティング処理部20の他の例を示すもので、これは、陰極板58として基板Wより大径のものを使用するとともに、この陰極板58の中央をモータ68を備えた駆動軸70の上端に連結して、このモータ68の駆動に伴って陰極板58が回転するようにしたものである。

【0021】

次に、図5乃至図10を参照して配線形成処理について説明する。

先ず、表面に配線用の微細穴8と大穴9（図7参照）が混在し、表面にシード

層7(図11参照)を形成した基板Wをロード・アンロード部10から第1搬送機構22で一枚ずつ取り出し、仮置き部14を経由してめっき処理部16に搬入する(ステップ1)。

【0022】

次に、このめっき処理部16でめっき処理を行って、図6及び図7に示すように、基板Wの表面に銅膜6を形成する(ステップ2)。この時、大穴9の存在に伴う銅膜6の凹み6aの軽減を第一優先に考え、図2に示すめっき液30として、レベリング性の優れたもの、例えば硫酸銅の濃度が高く、硫酸の濃度が低いレベリング性の優れた組成、例えば、硫酸銅100~300g/l、硫酸10~100g/lの組成を有し、レベリング性を向上させる添加剤を含有したものを使用する。ここで、レベリング性とは、穴中のボトムアップ成長に優れた性質を意味する。

【0023】

このように、レベリング性の優れためっき液30を使用して基板Wの表面にめっきを施すことで、図6に示すように、大穴9内のボトムアップ成長が促進され、平坦部における銅膜6の膜厚 t_1 より、大穴部における銅膜6の膜厚 t_2 の方が厚くなる。これによって、薄いめっき膜厚 t_1 で大穴9を埋めることができになる。しかし、このような条件で微細穴部をめっきすると、図7に示すように、銅膜6の微細穴8の上部における盛り上り高さaが高くなる。

【0024】

そして、必要に応じて、このめっき処理後の基板Wを水洗部18に搬送して水洗し、かかる後、水洗後の基板Wをエッティング処理部20に搬送する(ステップ3)。

【0025】

次に、このエッティング処理部20で基板Wの表面(めっき面)に電解エッティング処理を施して、基板Wの表面に形成された銅膜6のエッティングを行う(ステップ4)。この時、図3及び図4に示すエッティング液50として、エッティング促進剤又はエッティング抑制剤として機能する添加剤、例えばピロリン酸、エチレンジアミン、アミノカルボン酸、EDTA、DTPA、イミノ二酢酸、TETA、N

T Aなどの銅の錯体化合物、有機錯体またはその誘導体、或いはチオ尿素またはその誘導体などのような銅腐蝕電位を卑にする添加剤を含有したものを使用する。なお、ベース浴としては、硫酸、塩酸、硫酸過水、フッ酸過水などの酸や、アンモニア過水などのアルカリを使用してもよいが、それらに限定されるものではない。

【0026】

このように、エッチング液50として、電流密度の高い箇所に多く吸着して電位を卑にする作用のある添加剤又は銅の錯体化合物、有機錯体となる添加剤を使用し、図3及び図4に示すように、基板Wを陽極にし、対抗位置に陰極板（陰極）58を配して電場を与えると、図8（a）に示すように、電位の低い盛り上がり部に添加剤Aが選択的に吸着し、この添加剤Aが吸着した部位の電位を更に卑にするため、銅膜6の図8（b）に仮想線で示すエッチング部Bが除去され、これによって、銅膜6の盛り上がり部のエッチングが選択的に行われる。一方、電流密度の低い箇所に多く吸着してエッチングを抑制させる添加剤が含まれているものを使用して、同様に電場を与えると、図9（a）のように、谷間に添加剤Aが選択的に吸着し、この添加剤Aが抑制剤となって、銅膜6の図9（b）に仮想線で示すエッチング部Bが除去され、これによって、盛り上がり部のエッチングが選択的に行われる。

【0027】

このように、銅膜6の盛り上がり部を選択的にエッチングすることで、図10に示すように、銅層6の盛り上がり頂部から凹み底部までの段差Lを少なくして銅膜6の平坦性を向上させることができる。これによって、その後のCMP加工において、CMPレートを上げることなく、従って、ディッシングの発生を防止しつつ短時間で行うことができる。

【0028】

この時、電解エッチングで印加される電流波形パルスとして、パルス波形またはPRパルス波形を使用することで、エッチング液中に含まれる添加剤の拡散を改善することができる。エッチング液はベース浴のみからなり添加剤を含まない場合もある。

【0029】

また、図3に示すエッチング処理部20にあっては、エッチング処理中に基板Wを回転させ、同時に陰極板58を往復動させることによって、また図4に示すエッチング処理部20にあっては、基板Wと陰極板58と共に回転させることによって、基板Wの局部的なエッチングが増幅されて平坦性が悪くなることを防止することができる。

【0030】

次に、必要に応じて、このエッチング処理後の基板Wを水洗部18に搬送して水洗し、かかる後、水洗後の基板Wを洗浄・乾燥処理部12に搬送する（ステップ5）。そして、この洗浄・乾燥処理部12で基板Wの洗浄・乾燥処理を行い（ステップ6）、かかる後、この基板を第1搬送機構22でロード・アンロード部10のカセットに戻す（ステップ7）。

【0031】

なお、図5に仮想線で示すように、めっき処理とエッチング処理を数回繰り返して、1回のめっき処理毎に銅膜の盛り上がり部の選択的なエッチングを行うことで、銅膜の平坦度を更に向上させることができる。また、この例では、めっき処理とエッチング処理を1つの装置内で連続的に行なうようにしているが、それぞれ独立した装置で個別に行なうようにしても良い。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、基板の表面に微細穴と大穴が混在する場合に、先ず、レベリング性の優れためっき液中でめっきを施して大穴のボトムアップ成長を促進し、かかる後、めっき膜の盛り上った部分を電解エッチングで選択的に除去することで、めっき膜の平坦性を向上させることができ、これによって、その後のCMP加工をディッシングの発生を防止しつつ短時間で行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の配線形成装置の平面配置図である。

【図2】

図1に使用されているめっき処理部の概要図である。

【図3】

図1に使用されているエッティング処理部の概要図である。

【図4】

エッティング処理部の他の例を示す概要図である。

【図5】

図1に示す配線形成装置における処理工程の流れを示す図である。

【図6】

基板にめっき処理を施す際の過程を概念的に示す断面図である。

【図7】

基板にめっき処理を施した後の状態を示す断面図である。

【図8】

エッティング処理部における選択的エッティングの一例を概念的に示す断面図である。

【図9】

エッティング処理部における選択的エッティングの他の例を概念的に示す断面図である。

【図10】

基板にエッティング処理を施した後の状態を示す断面図である。

【図11】

めっき処理によって金属配線を形成する例を工程順に示す断面図である。

【図12】

従来の基板にめっき処理を施した時の問題点の説明に付する断面図である。

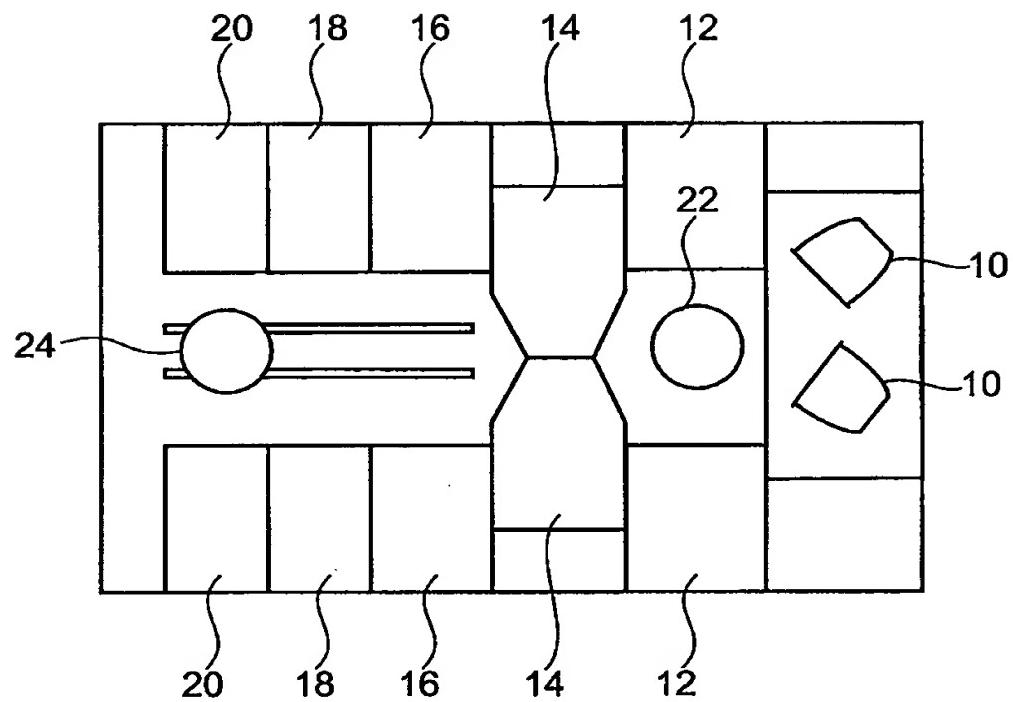
【符号の説明】

- 6 銅膜
- 7 シード層
- 8 微細穴
- 9 大穴

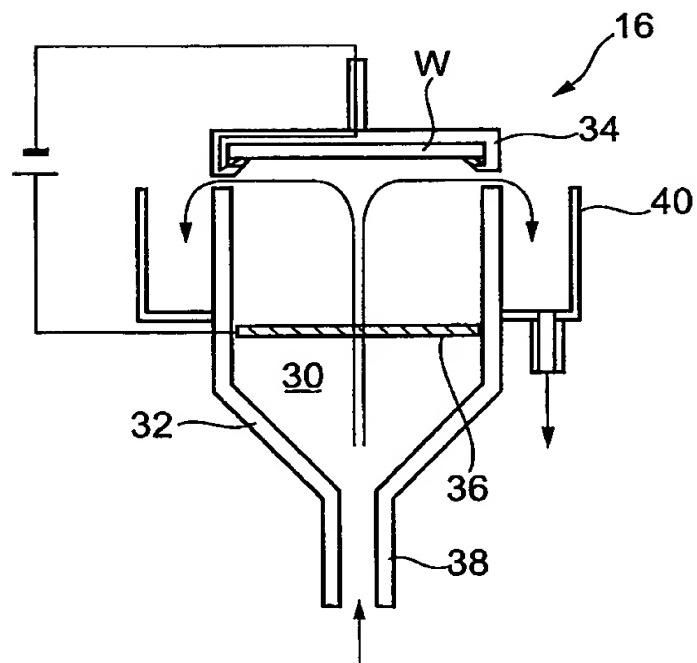
- 16 めっき処理部
- 20 エッチング処理部
- 30 めっき液
- 32 めっき槽
- 34 基板保持部
- 36 陽極板
- 38 めっき液噴射管
- 50 エッティング液
- 52 エッティング槽
- 56 基板保持部
- 58 陰極板
- A 添加剤
- B エッティング部

【書類名】 図面

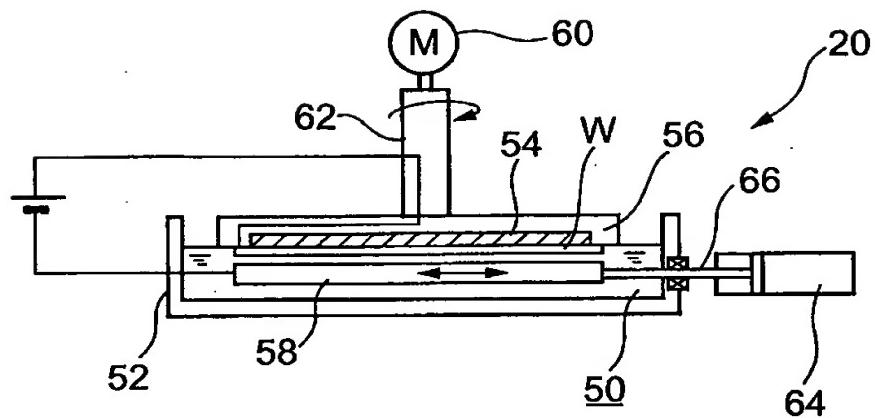
【図1】



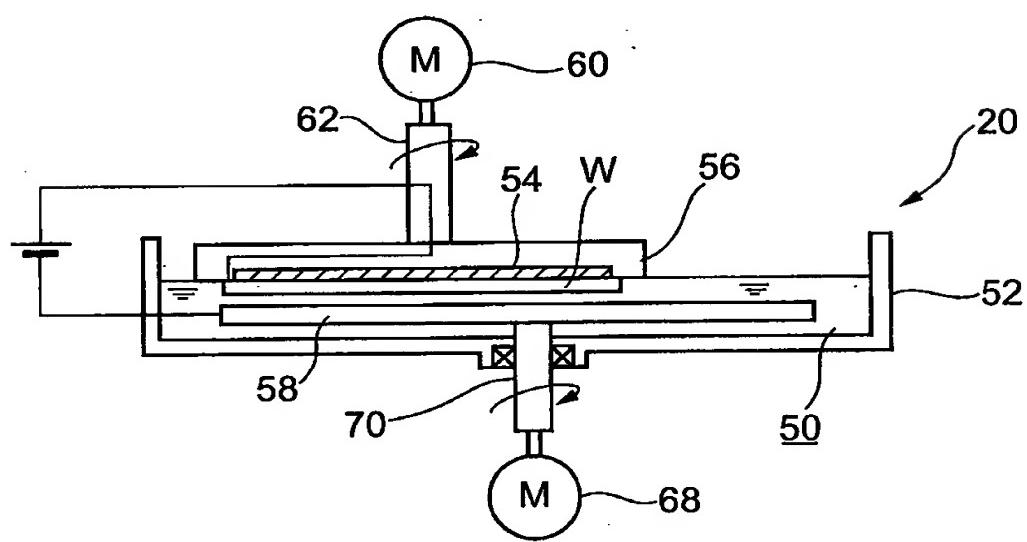
【図2】



【図3】

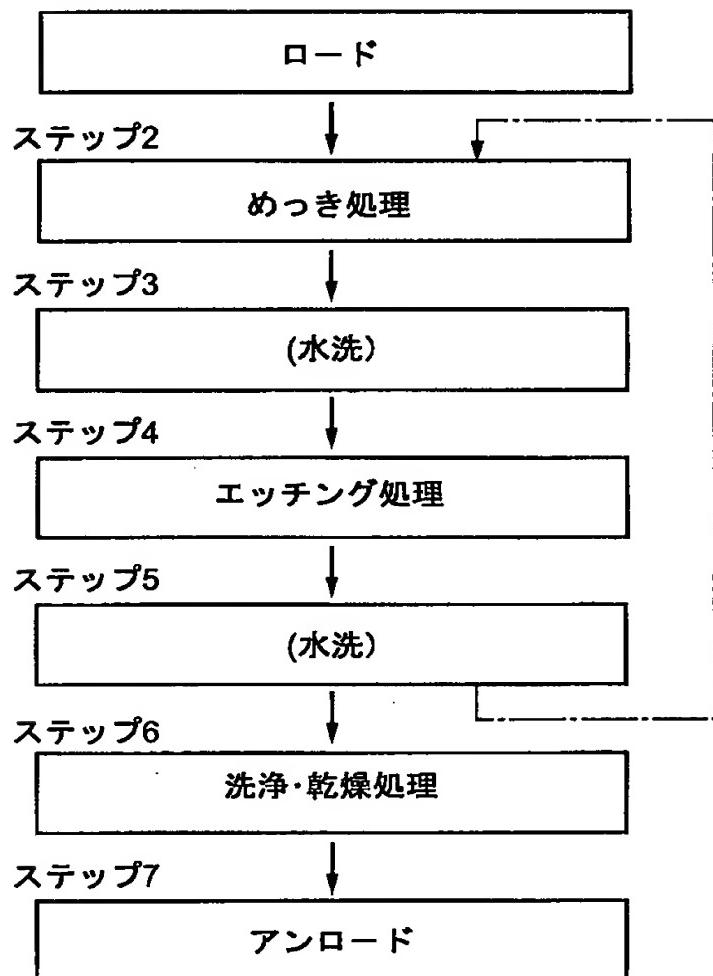


【図4】

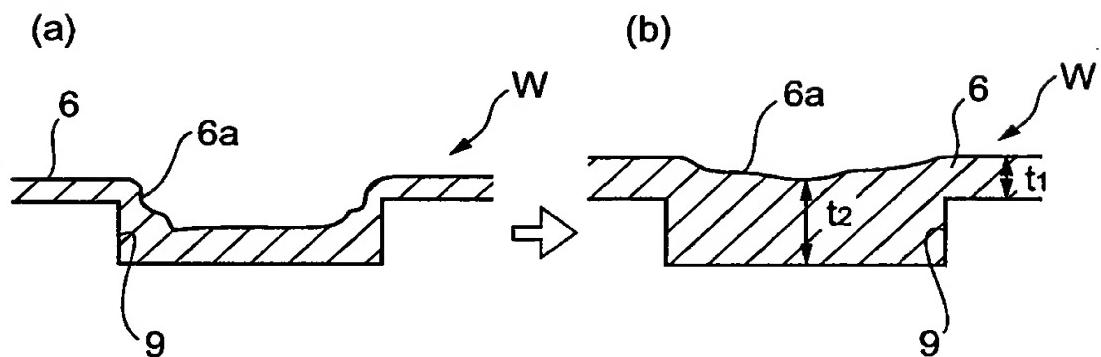


【図5】

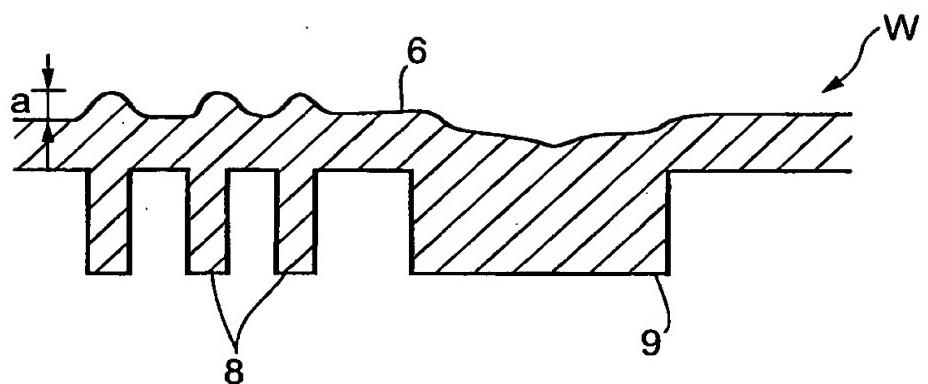
ステップ1



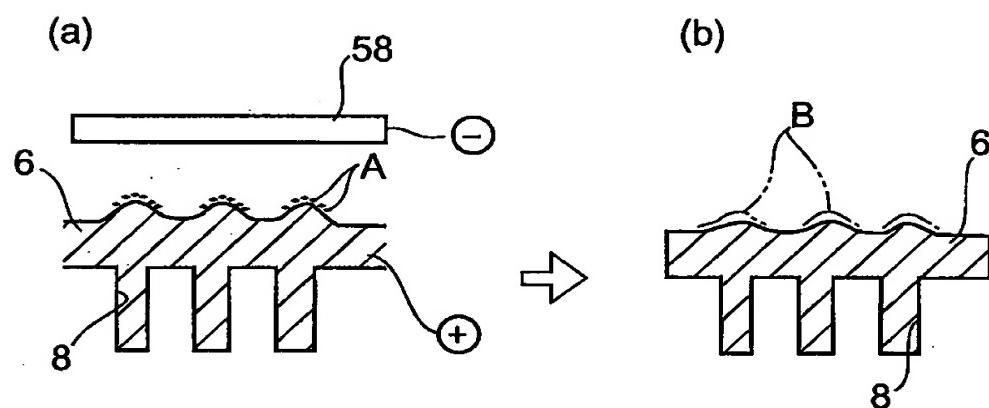
【図6】



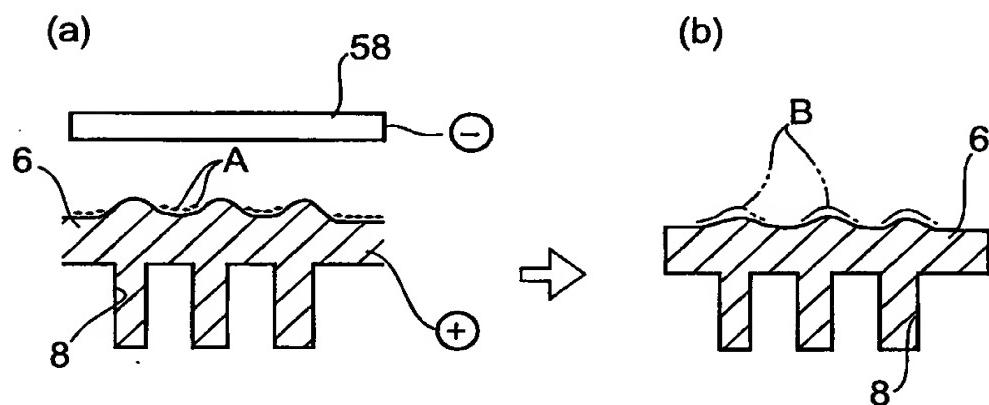
【図7】



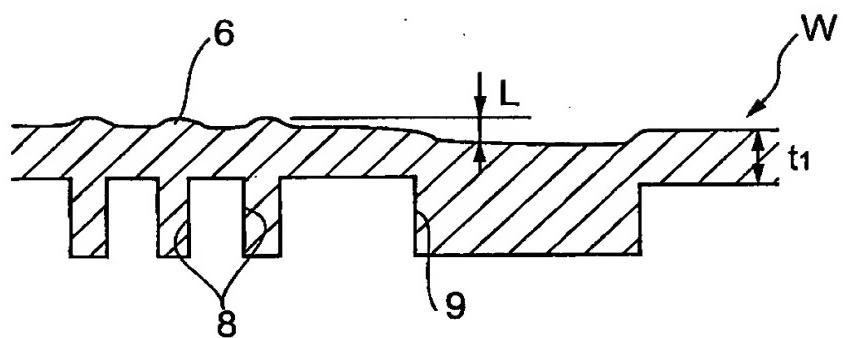
【図8】



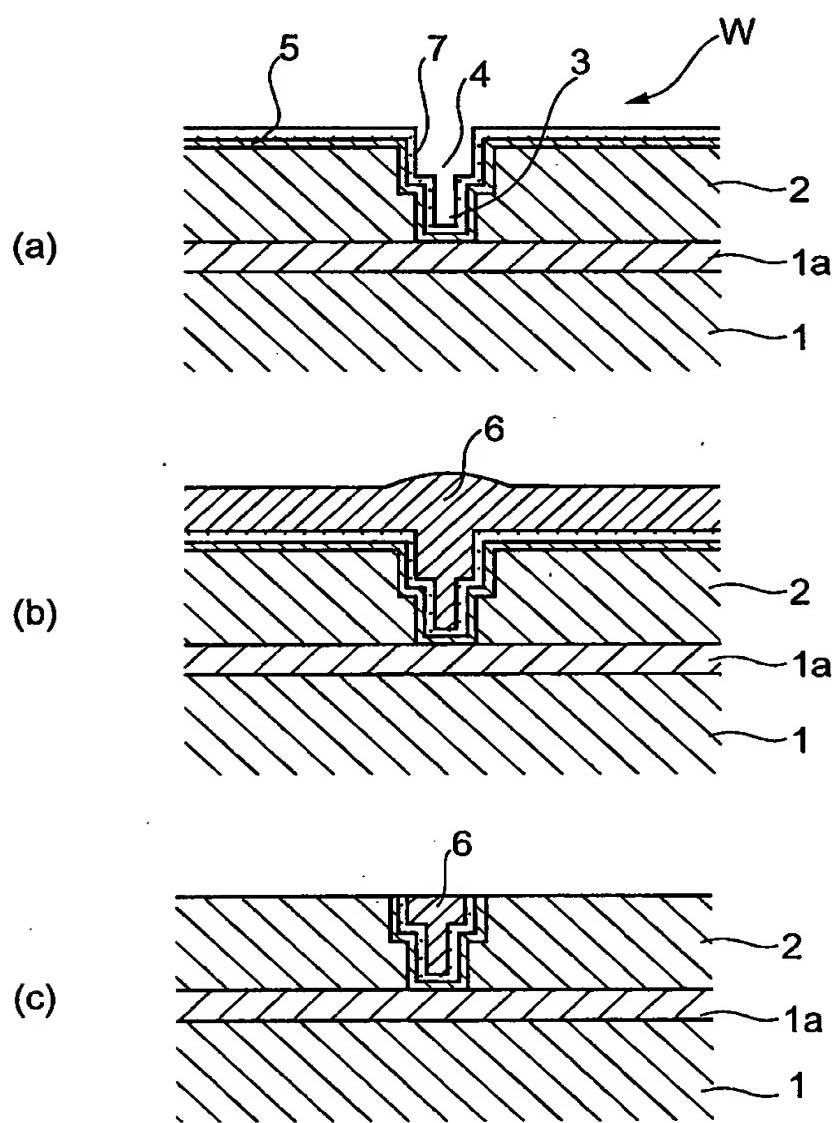
【図9】



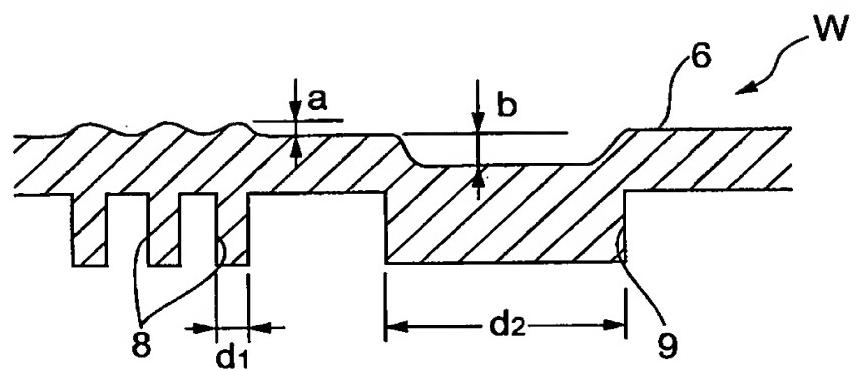
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板表面に微細穴と大穴が混在しても、めっき膜の平坦性を向上させて、その後のC M P加工をディッシングの発生を防止しつつ短時間で行うことができるようとした配線形成方法及び装置を提供する。

【解決手段】 表面に微細窪みを形成した基板を用意する工程と、前記基板の表面にめっき液中でめっきを施す工程と、前記基板の表面に形成されためっき膜をエッチング促進剤として機能する添加剤を含有したエッチング液中で電解エッチングする工程とを有する。

【選択図】 図5

出願人履歴情報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所

出願人履歴情報

識別番号 [000120386]

1. 変更年月日 1999年 4月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都台東区台東4丁目19番9号
氏 名 菊原ユージライト株式会社